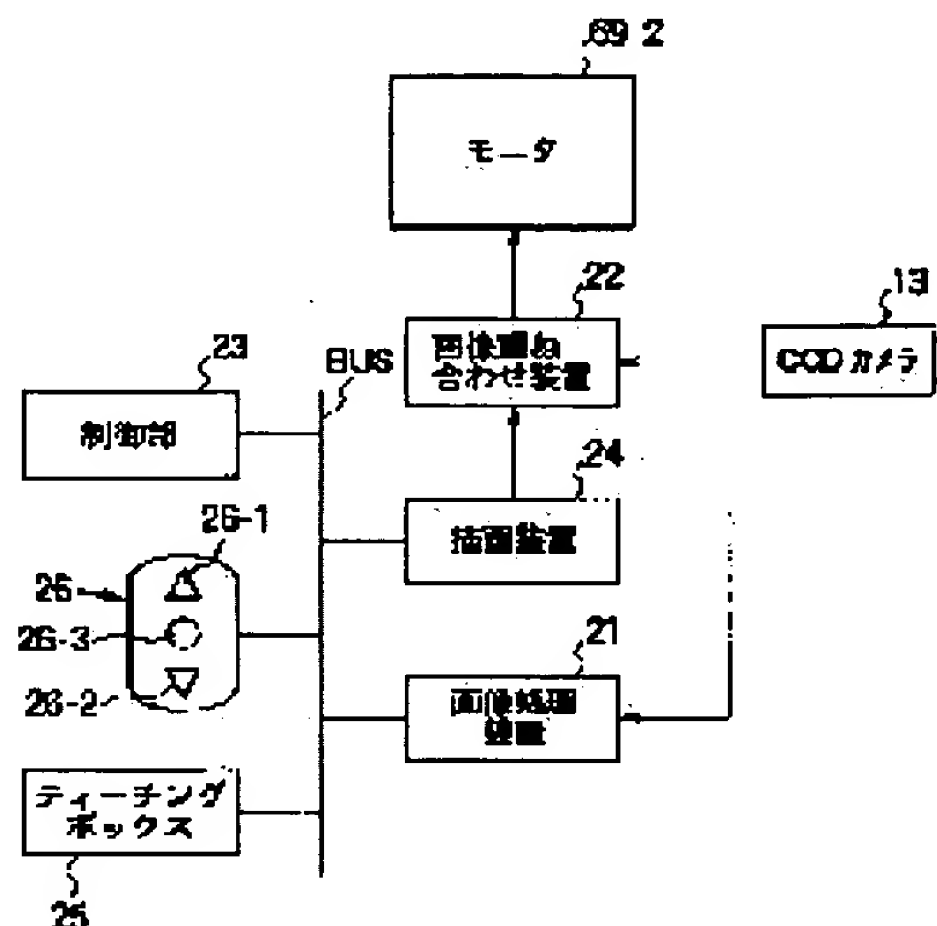


(11)Publication number : 11-254167
(43)Date of publication of application : 21.09.1999

B23K 26/04
B23K 26/02
G01B 11/00
G05B 19/409
G06T 7/00

(72)Inventor : OKUDAIRA YASUYUKI
OKAMURA TETSUYA

SOLUTION: An operator, in teaching, makes adjustment so that a breaking point on a machining line on a workpiece comes within the field of view of a CCD camera 13 by means of a teaching box 25. A picture processor 21 processes a picture from the CCD camera 13, detecting the breaking point on the machining line. A controller 23, by the automatic positioning function for the breaking point, makes a machining point coincide with the detected breaking point on the machining line.



[Date of request for examination]	23.03.2000
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	3203508
[Date of registration]	29.06.2001
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

03/05/02

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-254167

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月21日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

B 2 3 K 26/04

B 2 3 K 26/04

Z

26/02

26/02

A

G 0 1 B 11/00

G 0 1 B 11/00

H

G 0 5 B 19/409

G 0 5 B 19/405

C

G 0 6 T 7/00

G 0 6 F 15/62

4 0 0

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平10-57667

(22) 出願日

平成10年(1998) 3月10日

(71) 出願人 000002107

住友重機械工業株式会社

東京都品川区北品川五丁目 9 番11号

(72) 発明者 奥平 恭之

神奈川県平塚市夕陽ヶ丘63番30号 住友重

機械工業株式会社平塚事業所内

(72) 発明者 岡村 哲也

神奈川県平塚市夕陽ヶ丘63番30号 住友重

機械工業株式会社平塚事業所内

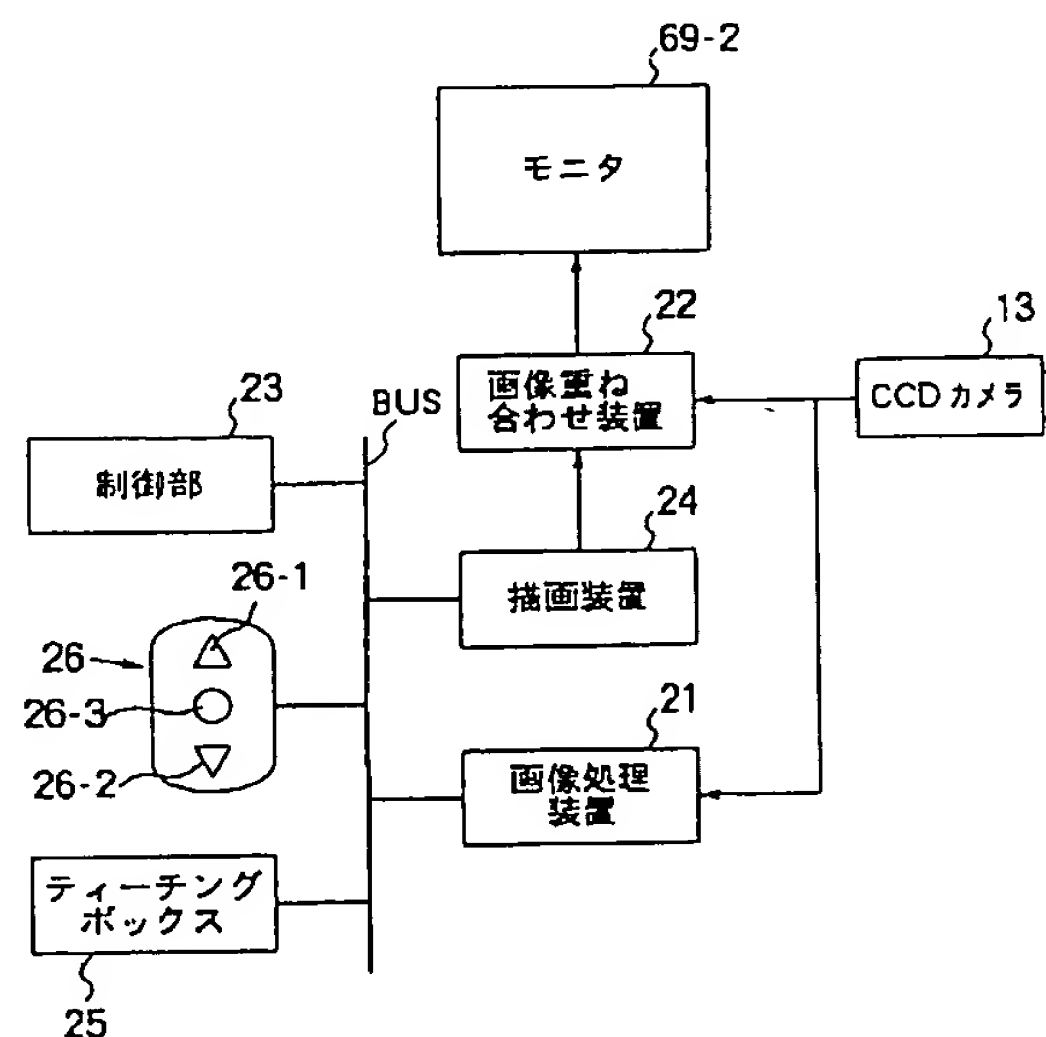
(74) 代理人 弁理士 後藤 洋介 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 レーザ加工装置

(57) 【要約】

【課題】 教示に際して、簡単な操作で加工線折れ点の検出を行うと共に、検出した加工線折れ点への自動位置合わせ機能を有するレーザ加工装置を提供すること。

【解決手段】 教示に際して、オペレータは、ティーチングボックス 25 により CCD カメラ 13 の視界内にワーク上の被加工線における折れ点が入るようにする。画像処理装置 21 は、CCD カメラ 13 からの画像を処理して、被加工線における折れ点を検出する。制御部 23 は、自動折れ点位置合わせ機能により、加工点を検出された被加工線における折れ点に一致させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 出射光学系から出射されるレーザービームの光軸がワークの被加工線上を移動するように、前記出射光学系及び前記ワークを搭載したワークテーブルの少なくとも一方を移動させてレーザー加工を行うレーザー加工装置において、

前記被加工線は、直線的に折れ曲がる加工線折れ点を有しており、

前記ワーク上の前記加工線折れ点を含む所定範囲の領域を撮影するためのCCDカメラを設け、

前記CCDカメラからの前記加工線折れ点を含む画像に対してあらかじめ定められた処理を行なって前記加工線折れ点を形成している少なくとも2本の直線を検出すると共に、前記加工線折れ点位置を検出する画像処理部と、

前記画像処理部の検出結果を受けて、前記CCDカメラの画像内にあらかじめ設定された前記レーザービームの光軸となすべき加工点と、前記検出された加工線折れ点との間の位置ずれを算出し、該位置ずれを補正して一致させるように前記出射光学系あるいは前記ワークテーブルの駆動部を制御する制御部と、

前記画像処理部で検出された直線をモニタに表示可能な画像として作成するための描画手段と、

前記描画手段で作成された画像と前記CCDカメラからの画像とを重ね合わせて前記モニタに表示させるための画像重ね合わせ手段と、

前記画像処理部で検出された直線をモニタ上において選択するための選択手段とを備え、

前記出射光学系あるいは前記ワークテーブルの位置データとしてレーザービームによる加工を行うことを特徴とするレーザー加工装置。

【請求項2】 請求項1記載のレーザー加工装置において、前記画像処理部は、前記あらかじめ定められた処理として、画像変換処理を行うことにより、直線を検出することを特徴とするレーザー加工装置。

【請求項3】 請求項1記載のレーザー加工装置において、前記出射光学系及び前記ワークテーブルの少なくとも一方は、X軸、Y軸で規定される水平面上を移動可能であり、前記制御部は、検出された前記加工線折れ点上における前記加工点の移動方向を前記X軸あるいは前記Y軸のいずれか一方に沿って移動させることを特徴とするレーザー加工装置。

【発明の詳細な説明】

【発明の目的】

【発明が属する技術分野】 本発明はレーザービーム照射用装置あるいはワークを変位させてワークに対する加工を行うレーザー加工装置に関する。

【発明の概要】

【発明の概要】 図7を参照して、この種のレーザー加工装置について概略的に説明する。図7において、第1ボールネジ機構61によりワーク（図示せず）を搭

載したワークテーブル65を一方向（ここではX軸方向と呼ぶ）に移動可能にしている。また、第2のボールネジ機構62に第1のボールネジ機構61を搭載してX軸に直角なY軸方向に移動可能にしている。更に、第3のボールネジ機構63にアーム64を取り付けてX軸、Y軸に垂直なZ軸方向に移動可能とし、このアーム64にはレーザービーム照射用の出射光学系とこれをX、Y、Zの3軸方向に駆動する駆動部とから成るレーザー照射部100を取り付けている。以後、X軸方向、Y軸方向、Z軸方向に駆動する軸をそれぞれ、加工軸と呼ぶこともある。

【0003】 レーザ発振源等を内蔵した駆動ユニット66からケーブル状に被覆された光ファイバ67が導出され、この光ファイバ67はアーム64、レーザー照射部100の動きに連動して変形可能な状態でレーザー照射部100に接続されている。レーザー発振源としては、例えばYAGレーザー装置が用いられる。

【0004】 この種のレーザー加工装置では、教示あるいは教示支援のためにティーチングボックス68が用いられる。このティーチングボックス68は、教示と実際のレーザー加工との切り換えを行うためのスイッチ、装置の起動、停止を行うためのスイッチやリモコン操作のボタン等を実装していることにより、各ボールネジ機構や出射光学系の変位を操作できる。なお、ティーチングボックス68は、ここでは有線で遠隔操作できるようにされているが、主制御部69に取り付けられていても良い。主制御部69は、各種の設定値等を入力したりする操作パネル69-1や、各種データを表示するためのモニタ69-2を備えている。

【0005】 ところで、レーザー加工、例えば溶接を行う場合、ワーク毎にティーチングボックス68を用いてあらかじめ教示が行われる。すなわち、自動制御による溶接を始める前に、オペレータがティーチングボックス68を操作して教示を行う。

【0006】 図8～図11をも参照して、出射光学系にCCDカメラを搭載し、出射光学系の加工軸を操作して教示を行う場合について説明する。オペレータがティーチングボックス68のスイッチを教示モードに選択すると、図8に示されるように、出射光学系70から教示ビームが照射される。オペレータは、この教示ビームを参照しながらモニタ69-2に表示されたCCDカメラの視界内にワーク71における溶接すべき被加工線L1が入るように出射光学系70を移動させる（第1ステップ）。なお、教示ビームは、案内の機能を有していれば良いので、通常、レーザービームとは異なるビーム、例えばHe-Neビームが使用される。また、教示ビームは第1ステップが終了すると、一旦停止される。

【0007】 次に、オペレータは、図9に示すように、CCDカメラの画像に設定された中心点（以後、加工点と呼ぶ）C1が被加工線L1の上に位置するように、出

射光学系70の位置を微調整する。なお、図9では、被加工線L1は拡大されて、間隔の狭いハッチングで表されている。加工点C1は、実際の溶接においてはレーザービームの光軸位置となるようにあらかじめ設定されている。そして、この状態を維持しながら、出射光学系70を移動させることで加工点C1を被加工線L1の延在方向に所定距離だけ移動させる(第2ステップ)。

【0008】図10は、照射されるべき加工用のレーザービームの焦点を被加工線L1上に一致させるステップ

(第3ステップ)を示す。図11は、ワーク71の面が曲面のような場合に照射されるべき加工用のレーザービームの光軸をワーク71に対して垂直にするステップ(第4ステップ)を示している。これらの第3、第4ステップはそれぞれ、オートフォーカス機能、オートノルマル機能と呼ばれる機能により、自動化が実現されている。いずれにしても、オペレータは上記第1～第4ステップを所定距離、通常は100mm刻みで実行し、その都度教示データの入力指定を行って教示データを主制御部69に内蔵された記憶装置に記憶させる。

【0009】すなわち、オペレータは、上記のようにして得られた被加工線L1の始点から終点までの出射光学系70とワークテーブル65の位置データを上記所定距離毎に教示データとして主制御部69内の記憶装置に記憶させる。実際の溶接においては、主制御部69が記憶装置から教示データを読み出し、読み出した教示データを用いて出射光学系70あるいはワークテーブル65の移動を自動制御する。

【0010】ところで、CCDカメラで撮影された拡大表示画面を見ても、出射光学系70の移動操作はオペレータが行うので、画像の中心点C1が常に溶接すべき被加工線L1と一致するように出射光学系70を移動させるのは難しく、教示のための時間も長くなる。これは、特にYAGレーザーによる高精度の加工において大きな問題点となる。このように、従来の教示作業は、煩雑で時間のかかる作業である。

【0011】そこで、本出願人は、教示のための操作を簡単にし、高い加工精度を得ることのできるレーザー加工装置を提案した。このレーザー加工装置は、特開平8-243773に開示されている。

【0012】簡単に説明すると、出射光学系から出射されるレーザービームの光軸がワークの被加工線上を移動するように、出射光学系及びワークを搭載したワークテーブルの少なくとも一方を移動させてレーザー加工を行うレーザー加工装置である。このレーザー加工装置は、ワークの被加工線を含む所定範囲の領域を撮影するためのCCDカメラを出射光学系に設け、該出射光学系あるいはワークテーブルの移動に伴ないCCDカメラからの被加工線を含む画像に対してあらかじめ定められた処理を行なって被加工線に近似した少なくとも1本の直線を検出するための画像処理部と、CCDカメラの画像内にあらかじ

め設定されたレーザービームの光軸となるべき加工点と、検出された直線上の最近点との位置ずれを検出し、この位置ずれを補正するように出射光学系あるいはワークテーブルの駆動部を制御する制御部と、画像処理部で検出された直線をモニタに表示可能な画像として作成するための描画手段と、該描画手段で作成された画像とCCDカメラからの画像とを重ね合わせてモニタに表示させるための画像重ね合わせ手段と、画像処理部で一度に検出された直線が複数本ある場合に、モニタにて重ね合わせ表示された複数本の直線のいずれかを選択する手段とを備えている。

【0013】このレーザー加工装置によれば、CCDカメラによる視界を加工すべき被加工線から外れないように出射光学系あるいはワークテーブルを移動させるだけで教示作業を行うことができ、加工点の被加工線上への精密な位置合わせは自動的に行われる。加えて、画像処理部において直線が一度に複数本検出された場合には、オペレータはモニタに表示された重ね合わせ画像を見て選択手段により最も好ましい直線を選択することができ

る。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、溶接や切断のような加工は、実際には直線だけとは限らず、直線的に折れ曲がる、いわゆる加工線折れ点を有する場合がある。そして、このような加工線折れ点においても教示データを与える必要がある。これに対し、上記のレーザー加工装置では、加工線折れ点を検出する機能を有していないために、加工線折れ点に加工点を合わせるための作業が必要であった。この作業は、複数の加工軸の操作が必要であり、面倒で時間を要していた。

【0015】そこで、本発明の課題は、簡単な操作で加工線折れ点の検出を行うと共に、検出した加工線折れ点への加工点の自動位置合わせ機能を有するレーザー加工装置を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、出射光学系から出射されるレーザービームの光軸がワークの被加工線上を移動するように、前記出射光学系及び前記ワークを搭載したワークテーブルの少なくとも一方を移動させてレーザー加工を行うレーザー加工装置において、前記被加工線は、直線的に折れ曲がる加工線折れ点を有しており、前記ワーク上の前記加工線折れ点を含む所定範囲の領域を撮影するためのCCDカメラを設け、前記CCDカメラからの前記加工線折れ点を含む画像に対してあらかじめ定められた処理を行なって前記加工線折れ点を形成している少なくとも2本の直線を検出すると共に、前記加工線折れ点位置を検出する画像処理部と、前記画像処理部の検出結果を受けて、前記CCDカメラの画像内にあらかじめ設定された前記レーザービームの光軸となるべき加工点と、前記検出された加工線折れ点との間の位

置ずれを算出し、該位置ずれを補正して一致させるように前記出射光学系あるいは前記ワークテーブルの駆動部を制御する制御部と、前記画像処理部で検出された直線をモニタに表示可能な画像として作成するための描画手段と、前記描画手段で作成された画像と前記CCDカメラからの画像とを重ね合わせて前記モニタに表示させるための画像重ね合わせ手段と、前記画像処理部で検出された直線をモニタ上において選択指定するための選択手段とを備え、前記出射光学系あるいは前記ワークテーブルの位置データを教示データとしてレーザビームによる加工を行うことを特徴とするレーザ加工装置が提供される。

【0017】なお、前記画像処理部は、前記あらかじめ定められた処理としてハフ変換処理を行うことにより、直線を検出する。

【0018】また、前記出射光学系及び前記ワークテーブルの少なくとも一方は、X軸、Y軸で規定される水平面上を移動可能であり、前記制御部は、検出された前記加工線折れ点上にある前記加工点の移動方向を前記X軸あるいは前記Y軸に合わせることができる。

【0019】

【発明の実施の形態】図1は本発明において使用される出射光学系10の概略構成を示し、図7で説明した出射光学系の代わりに使用されても良い。レーザ発振源からのレーザビームB1は光ファイバを通して出射光学系10に導入され、ミラー11で角度を変えられてf θ レンズと呼ばれる加工レンズ12を通してワーク20に照射される。ティーチングボックスを用いて教示を行う場合には、後述するように光ファイバを通してHe-NeビームB2が供給され、ワーク20に照射される。出射光学系10の上部にはCCDカメラ13が設けられ、このCCDカメラ13は観測用レンズ14を通して所定範囲の領域を撮影する。所定範囲の領域は、直線的に折れ曲がる加工線折れ点を含む被加工線を含むことのできる大きさに設定されている。

【0020】CCDカメラ13の光軸とレーザビームB1の光軸はあらかじめ一致するように設定されており、しかもレーザビームB1の焦点位置にCCDカメラ13のピントが合うように調整されている。言い換えれば、CCDカメラ13の光軸、ピントをワーク20上の被加工線に合わせると、レーザビームB1の光軸、焦点もそれに一致するようにされている。これはHe-NeビームB2についても同じである。

【0021】なお、CCDカメラ13による画像の分解能は256×256画素で、1画素は約0.02(mm)である。また、CCDカメラ13の視界は5×5(mm)である。これは、視界を狭くすると撮影された領域が拡大されて検出精度は向上するが、教示に伴うオペレータの作業が微細になって作業量が増えることを考慮している。画像は光の強度に応じて256階調の色

(輝度)で表わされている。

【0022】図2は本発明によるレーザ加工装置のうち、ティーチングボックスを用いて教示を行う場合に必要構成を示す。以下の説明でも、出射光学系10を移動させて教示を行う場合について説明するが、ワークテーブル65を移動させる場合でもまったく同じである。CCDカメラ13からの画像は、画像処理装置21に送られる他、画像重ね合わせ装置22を通してモニタ69-2に送られて表示される。画像処理装置21は、CCDカメラ13からの画像に対して後述する画像処理を行って、ワーク20上において加工線折れ点を形成している少なくとも2本の直線を検出すると共に、これらの直線の交点である加工線折れ点を検出する。検出された直線及び加工線折れ点は、制御部23と描画装置24に送られる。制御部23は、検出された加工点折れ線とCCDカメラ13に設定された画像の中心点(図9の加工点C1)、すなわちレーザビームの焦点位置とのずれを検出し、このずれを補正するためには出射光学系10をどの程度移動させるべきかを示す座標を算出する。

【0023】すなわち、制御部23には、操作パネル69-1や図示しない各種センサから加工点の位置やCCDカメラ13の視界の座標系、加工軸の機械座標系の位置関係を示すデータが与えられると共に、CCDカメラ13から画像を取り込んだ時の各加工軸の数値が与えられる。そして、モニタ69-2の画像上で加工線折れ点の位置が検出されると、制御部23は加工点を加工線折れ点位置に一致させるための移動量を算出し、この算出結果を加工点座標とする。制御部23は、この加工点座標に基づいて出射光学系10の移動を制御して、加工用のレーザビームの焦点、すなわち加工点を、検出された加工線折れ点に一致させる。

【0024】本発明で使用するティーチングボックス25は、液晶モニタと出射光学系10あるいはワークテーブル65の変位を操作する操作部とを有し、有線あるいはワイヤレスで主制御部69と結合される。オペレータは、教示に際してはこのティーチングボックス25を持ち、モニタ69-2を見ながら操作部を操作してCCDカメラ13の画像の中心点、すなわち加工点が加工線折れ点に近付くように出射光学系10を所定距離だけ移動させる。厳密に言えば、オペレータは加工点と加工線折れ点がCCDカメラ13の視界内に入るように出射光学系10を所定距離ずつ移動させるように操作するだけで良い。なお、出射光学系10の移動距離は常に一定である必要はない。

【0025】なお、本発明においても、所定距離移動する毎に前述したオートノルマル機能とオートフォーカス機能を起動させることで、レーザビームB1の光軸やHe-NeビームB2の光軸がワーク20の面に垂直になり、焦点が加工点に一致する。オペレータは、出射光学系10を所定距離だけ移動させた後、画像処理装置21

を起動すると、画像処理装置21では後述する直線検出及び加工線折れ点検出を行う。制御部23は、画像処理装置21の検出結果を用いて、CCDカメラ13の画像の中心点、すなわち加工点を加工線折れ点に位置合わせするための動作を実行する。

【0026】いずれにしても、教示に伴う出射光学系10の位置データは検出された直線及び加工線折れ点によって決まり、この位置データは制御部23内の記憶部に記憶される。そして、以後の実際のレーザ溶接では、制御部23は記憶部に記憶された位置データにもとづいて出射光学系10を移動させる。

【0027】以上の説明で理解できるように、本形態で対象とする教示方式は、オペレータ操作により出射光学系10を所定距離ずつワーク上を移動させ、その都度、画像処理を行うと共にその結果に基づいて加工点位置の補正制御を行い、補正された位置データを記憶してゆくという方式である。

【0028】図3、図4をも参照して、本発明の特徴部分である直線及び加工線折れ点位置検出と自動折れ点位置合わせ機能について説明する。オペレータは最初に対象となるワークを直接、あるいはトーチ上部のCCDカメラ13からの加工点の画像をモニタ69-2で観察しながら教示作業を行う。オペレータは、図1において説明したようなHe-NeビームB2によるおおまかな位置合わせを行ってモニタ69-2の画像内に加工線折れ点を入れ、オートフォーカス機能とオートノルマル機能を起動させる。これによりレーザ光の焦点が対象表面に一致し、レーザ光の光軸は対象に対して垂直になる。

【0029】ここで、自動折れ点位置合わせ機能を起動させると、ステップS1では、CCDカメラ13からのアナログ画像信号がデジタル信号に変換されて画像処理装置21に画像が取り込まれる。画像処理装置21では、まず、ステップS2においてデジタル信号に前処理を施す。ここでは、前処理として、加工線折れ点を形成している少なくとも2本の直線の特徴を生かして線強調、及びノイズ除去処理を行う。次に、ステップS3に移行して2値化処理を行う。この2値化処理は、ある適当な輝度をしきい値として、それ以上の輝度の画素を白、しきい値未満の画素を黒にして白黒画像にする処理である。このような2値化処理された画像によれば、溶接すべき被加工線L1部分は黒で表わされる。

【0030】ステップS4では、画像処理装置21は、2値化処理後の黒部分を対象に直線検出を行い、加工線折れ点を交点とする2本の直線と線L2に対応する直線*

$$\rho = x_i \cos \theta + y_i \sin \theta$$

と表される。ここで ρ 、 θ は原点から直線への距離と角度である。式(1)を ρ 、 θ に関する方程式と考え、その軌跡を θ - ρ 空間に描くと図6のようになる。こうした軌跡をハフ曲線という。被加工線L1部分は画像中で※

$$\rho = a \cos \theta + b \sin \theta$$

*とを検出する。これらの検出された直線は描画装置24に送られてこれらの直線を表示するための描画面像が形成される。これらの描画面像は、画像重ね合わせ装置22によりCCDカメラ13からの画像に重ね合わされて表示される。その結果、モニタ69-2には、図4

(a)に示すような画像が表示される。なお、図4

(a)では、溶接すべき被加工線L1以外に傷、その他の原因でワークの表面についた線L2が存在していることを示している。図4(a)において、モニタ69-2の画像には被加工線L1の上に加工線折れ点を形成している2本の直線L3、L4がオーバーラップして表示され、線L2には直線L5がオーバーラップして表示される。

【0031】この場合、オペレータは、選択器26(図2)により該当する直線を選択することができる。すなわち、モニタ69-2の画像にはカーソルが表示されており、カーソル移動用の押しボタン26-1、26-2でカーソルを移動させて直線を指定し、選択の確定は押しボタン26-3で行われる(ステップS5)。

【0032】このようにして、2本の直線L3、L4が選択されると、ステップS6において画像処理装置21は2本の直線L3、L4の交点、すなわち加工線折れ点とその位置とを検出する。なお、上記のような直線検出を行うために、本発明では後述する「ハフ変換処理」という直線検出アルゴリズムを採用している。画像処理装置21によりワーク20上の加工線折れ点位置が検出されると、制御部23は、検出された加工線折れ点位置とCCDカメラ13の画像の中心点、すなわちレーザビームの光軸位置とのずれ量を算出する。そして、このずれ量にもとづいてCCDカメラ13の画像の中心点、すなわち加工点を、検出された加工線折れ点位置に一致させるための移動量を算出し、加工点座標とする。制御部23は、この加工点座標に基づいて出射光学系10を移動させ、加工点を加工線折れ点位置に一致させる。図4(b)は、このようにして一致させたモニタ69-2の画像を示す。ここでは、検出した直線の表示は行われな

い。

【0033】次に、図5、図6を参照して、ハフ変換による加工線検出アルゴリズムの原理について簡単に説明する。図5はX-Y平面が撮影された画像の座標系であり、各画素に(x, y)の座標が与えられる。ある座標(x_i, y_i)の画素を通る直線群は、次の式(1)により、

$$(1)$$

※は輝度の低い画素(特徴点と呼ぶ)となるが、画像中のそれらすべてに対し、この写像を行い、 θ - ρ 空間に描いていく。図5の(a, b)は θ - ρ 平面では、

$$(2)$$

の曲線となる。多くのハフ曲線が交差する点は同一直線上に多数の特徴点がのっていることを示している。 $\theta-\rho$ 空間内のハフ曲線上の1点で、交差本数の多い点を *

$$\rho_0 = x \cos \theta_0 + y \sin \theta_0$$

が画像中に存在するとみなすことができる。この原理を利用して、直線を検出することができる。

【0034】図6はハフ変換を行った $\theta-\rho$ 平面画像であり、この $\theta-\rho$ 平面内の最高点を式(3)の直線で表して1本の直線が検出される。

【0035】前述したように、CCDカメラ13から画像を取り込んだときの出射光学系10に関する加工軸の位置、姿勢はCCDカメラ13から画像を取り込むと同時に保存されている。このように、オペレータは直線及び加工線折れ点をカメラ画界内に入る程度に教示し、自動折れ点位置合わせ機能を起動させるだけで詳細な加工点位置合わせ作業は自動折れ点位置合わせ機能で実現することができ、作業が簡単になり、作業時間も短縮される。

【0036】なお、加工点を加工線折れ点に位置合わせした後、加工点を次に教示する点へ移動させる際、オペレータは、上記作業を繰り返すか、モニタ69-2を見ながら、X軸、Y軸の加工軸を操作しながら被加工線L1に沿って加工点を移動させる。しかし、自動折れ点位置合わせ機能では被加工線L1の方向も画像処理した際に同時に得ることができる。被加工線L1に沿って加工点を移動させるには、自動折れ点位置合わせ終了後、加工点の移動モードを仮想工具軸モードに変更する。この場合、検出した直線のベクトルを算出し、これを仮想工具軸とする。そして、その仮想工具軸にX軸、あるいはY軸を一致させてモニタ69-2に表示させることができる。これは、制御部23の制御下で行われる。

【0037】図4'(c)は、仮想工具軸モードでのモニタ69-2の表示例を示している。図4(c)から明らかなように、ここでは、次に加工点を移動させるべき方向がY軸に一致するように表示されている。この場合、オペレータは、Y軸方向のみの加工軸に関して移動操作を行うだけで、自動折れ点位置合わせ機能起動時に検出した被加工線L1方向へ加工点を移動させることができる。したがって、移動のための作業が簡単になり、作業時間も短縮される。

【0038】上記の説明は、溶接の場合であり、この場合には溶接線が被加工線として存在することで直線検出を行うことができる。一方、切断加工の場合にも、ワークの切断すべき部分にけがき等により切断線を被加工線として描き入れることで、同様の処理により切断線を検出して折れ点位置検出及び自動折れ点位置合わせを行うことができる。

【0039】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明によるレーザ加工装置では、教示に際してオペレータはワーク※

* (ρ_0, θ_0)とした時、(ρ, θ)を用いた下記の式(3)によって定義される直線

$$(3)$$

※上の加工線折れ点がCCDカメラの視界から外れないように出射光学系を移動させるだけで良く、画像処理装置が加工線折れ点を検出し、制御部がCCDカメラの画像に設定された加工点をこの加工線折れ点に一致するように出射光学系あるいはワークテーブルを移動させるので、オペレータの操作は楽であり、作業量及び時間も大幅に少なくなる。しかも、0.1mm以下の被加工線を0.1mm以内の精度で検出できる。更に、本発明において用いるハフ変換による直線検出アルゴリズムによれば、被加工線が途中で途切れていたり、一部隠蔽されていても検出可能である。加えて、画像処理装置においてワークについた傷や汚れにより直線が複数本検出されても、これらがモニタ表示され、オペレータはいずれかを選択することにより、速やかに直線を確定させることができる。

【0040】更に、仮想工具軸モードという複数の加工軸における協調動作による移動モードによって、一つの操作で検出した線方向に沿って加工点を移動させることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるレーザ加工装置における出射光学系の内部構造を概略的に示した断面図である。

【図2】本発明において直線及び加工線折れ点の検出に必要な構成を示した図である。

【図3】図2に示す構成の動作を説明するためのフローチャート図である。

【図4】図2に示したモニタで表示される画像の例を示した図である。

【図5】ハフ変換の原理を説明するためのX-Y平面図である。

【図6】ハフ変換の原理を説明するための $\theta-\rho$ 平面図である。

【図7】本発明が適用されるレーザ加工装置の概略構成を示す斜視図である。

【図8】従来の教示における出射光学系のおおまかな位置合わせを説明するための図である。

【図9】従来の教示における出射光学系の精密な位置合わせを説明するための図である。

【図10】従来の教示における出射光学系のレーザビームの焦点位置合わせを説明するための図である。

【図11】従来の教示における出射光学系のレーザビームの光軸合わせを説明するための図である。

【符号の説明】

10 出射光学系

11 ミラー

12 加工レンズ